Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 38: 39 - 52. (1981)

MADUREZ SEXUAL Y FECUNDIDAD DEL LENGUADO *HIPPOGLOSSINA MACROPS* STEINDACHNER

(PISCES, BOTHIDAE)

Miguel Angel Voigth (*), Fernando Balbontín (*)

RESUMEN

Con el fin de determinar el ciclo reproductivo y fecundidad de *Hippoglossina macrops* Steidachner en Valparaíso, Chile, se realizaron capturas mensuales de peces a lo largo de un año a bordo de una embarcación de pesca por arrastre. En los peces se determinó la longitud total, peso corporal, sexo, estado de madurez sexual, distribución de frecuencia de diámetros ovulares y fecundidad.

En el ovario se distinguió un numeroso stock de oocitos pequeños con un diámetro menor a 220 u y una serie de modas de tamaño de oocitos de diámetros superiores en diferentes etapas de vitelogénesis. En gónadas en maduración y sexualmente maduras se observaron oocitos atrésicos, con gota oleosa, remanentes de un desove reciente. La fecundidad varió entre 3 000 y 140.000 oocitos, existiendo una relación directa con el peso corporal y una relación de potencia con la longitud total. El error standard de la estimación para la relación fecundidad versus peso corporal fue de 14,932 expresada en miles de oocitos. La relación entre la longitud total y el peso corporal correspondió a una curva de potencia. El análisis de los estados de madurez sexual indicó que la longitud total mínima de la primera madurez sexual en hembras era de 26 cm. La relación numérica entre hembras y machos fue de 3,1:1. Todos los machos capturados estaban sexualmente inmaduros. En todos los meses se encontraron simultáneamente hembras en diferentes estados de madurez gonadal. La época de máxima actividad reproductiva ocurrió entre agosto y noviembre. El desove disminuyó en intensidad entre diciembre y marzo, encontrándose su nivel mínimo desde abril a julio, sin que se distinguiera un período de reposo en la actividad reproductiva del stock desovante.

De los resultados obtenidos se concluye que en *Hippoglossina macrops* existe un desove heterocronal y una segregación espacial entre machos en maduración y sexualmente maduros y las hembras. Se observó que el barco de pesca por arrastre capturó un 69% de peces bajo la talla mínima de la primera madurez sexual calculada para las hembras.

ABSTRACT

The reproductive cycle and fecundity of *Hippoglossina macrops* Steindachner from Valparaíso, Chile, were determined by means of monthly catches aboard a bottom otter trawling ship throughout a year. Total length, body weight, sex, sexual maturity stage, frecuency distribution of oocyte diameters and fecundity were determined for a each fish.

A large stock of small oocytes measuring less than 220 microns of diameter and a number of size modes of large oocytes in different stages of vitellogenesis

(*) Departamento de Oceanología, Universidad de Chile, Casilla 13—D, Viña del Mar, Chile.

were observed in the ovaries. Atresic oocytes with an oil globule, remnantes of a recent spawn, were detected in maturing and sexually ripe gonads. Fecundity varied from 3,000 to 140,000 oocytes, showing a direct relation with body weight and a power relation with total length. The standard error of the estimate for the relation of fecundity versus body weight was 14.932 expressed in thousands of oocytes. The relation between total length and body weight corresponded to a power curve. The analysis of the sexual maturity stages showed that the minimum total length at first sexual maturity in female fish was 26 cm. All the males caught were sexually inmature. Females in different stages of gonadic development were obtained simultaneously in all months. The period of maximum reproductive activity was found to be from August to November. The intensity of spawning diminished from December to March, reaching its lowest level from April to July. No resting period was detected in the reproductive activity of the spawning stock.

From the results obtained, it is concluded that *Hippoglossina macrops* has an heterochronal spawning and that maturing and ripe males are spatially segregated from females. 69% of fish caught by the otter trawling fishing ship were below the minimum size at first sexual maturity calculated for females.

INTRODUCCION

Entre los peces de la familia Bothidae citados para el área de Valparaíso, se encuentra el lenguado de ojos grandes *Hippoglossina macrops* STENDACHNER, 1876 (FOWLER 1943; GINSBURG 1952; YÁÑEZ 1955; DE BUEN 1961). Dentro de la familia, el lenguado de ojos grandes es la especie acompañante más abundante en las pescas de arrastre de merluza (*Merluccius gayi gayi*) en el área de Valparaíso (MIRANDA 1959). Este autor analizó, en la especie indicada, la alimentación, tasa de crecimiento, proporción de sexos, estados de maduración gonadal y estructura población a lo largo de seis meses de muestreo. BAHAMONDE (1954) analizó la alimentación de esta especie en la zona de Puerto Montt; TOMICIC (1973) realizó estudios similares en el área de Mejillones.

Si bien los estudios mencionados han sido una valiosa contribución al conocimiento de aspectos biológicos básicos del lenguado de ojos grandes, aún quedaron incógnitas por resolver, sobre todo en lo referente a la sexualidad. Entre otros puntos, no existen datos respecto a la modalidad de desove, cuya caracterización es necesaria para los cálculos de la fecundidad de la especie (FISCHER y BALBONTÍN 1970). Tampoco se ha determinado la talla mínima de la primera madurez sexual, especialmente en relación con las tallas capturadas por los barcos pesqueros. Con el fin de estudiar los aspectos más relevantes del proceso reproductivo del lenguado de ojos grandes, se fijaron los siguientes objetivos: determinar la modalidad de desove, calcular la fecundidad, delimitar la época de desove, determinar las proporciones numéricas entre ambos sexos y la longitud total mínima de la primera madurez sexual.

MATERIAL Y METODOS

La colecta de material se realizó en el área de Valparaíso a bordo de la embarcación "Albatros" dedicada a la pesca de merluza (*Merluccius gayi gayi*) por arrastre. Se realizó una salida mensual entre noviembre de 1977 y octubre de 1978, excepto junio. En junio de 1978 la goleta cambió su objetivo de pesca, dedicándose a la captura de langostino (*Pleuroncodes monodon* y *Cervimunida johnii*) y camarón (*Heterocarpus reedi*); los datos de fecundidad se complementaron con muestras tomadas en octubre de 1979. Los datos de cada muestreo y las localidades se indican en la Figura 1. La embarcación efectuó las faenas de pesca lanzando la red hasta el fondo, entre los 110 y 300 m de profundidad, a una velocidad constante de 4 nudos durante 1 3/4 horas.

Se analizaron todos los peces capturados en el primer lance de la goleta. A bordo se determinó en los peces la longitud total, peso, sexo y estado de madurez sexual. Los testículos fueron fijados en formalina 10%, al igual que uno de los ovarios; el otro se conservó en líquido de Gilson modificado por SIMPSON (1951). El material en formalina se utilizó para observaciones microscópicas; el ovario en líquido de Gilson fue usado para el contaje y medición de oocitos. La determinación de los estados de madurez sexual se hizo según una escala de apreciación ma-

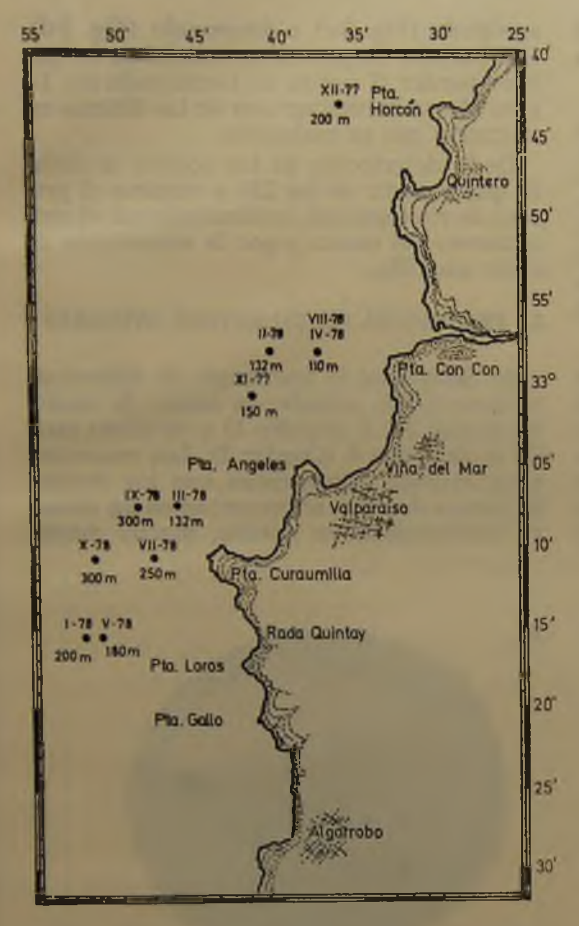


FIG. 1. Ubicación de los lugares de muestreo. En cada localidad se señala la profundidad (metros) y la fecha.

croscópica (BALBONTÍN y GARRETÓN 1977). Aquellas gónadas en que por un desarrollo incipiente no se pudo reconocer el sexo se clasificaron como indiferenciadas. Para el estudio de la distribución de frecuencia de los diámetros ovulares y de la fecundidad se utilizó el método de FISCHER y BALBONTÍN (1970).

En el laboratorio se pesaron los ovarios previamente fijados, en una balanza de laboratorio de una exactitud de $\pm 0,01$ g. Para compensar la pérdida de peso del ovario fijado en líquido de Gilson (FISCHER y BALBONTÍN 1970), en el cálculo de la fecundidad este peso se aumentó en 9%. El test de Wilcoxon (DANIEL 1978) no indicó diferencias significativas entre el peso de ambos ovarios después de la corrección.

Se analizó un total de 978 ejemplares, determinándose la fecundidad de 84 hembras. Se usó el Diccionario de Color (MAERZ y PAUL 1950) para asignar un color patrón en la descripción de los oocitos. Esta descripción se realizó con el propósito de precisar el tamaño mínimo de los oocitos a considerar en los cálculos de fecundidad y por otra parte, para determinar las diferencias morfológicas entre oocitos maduros y atrésicos. Con una parte de los datos se realizó un análisis factorial de correspondencias (BRIANE *et al.* 1974; SEREY 1976).

RESULTADOS

1. DESCRIPCION DE OOCITOS

La descripción de oocitos se realizó de acuerdo a rangos de diámetros con características similares. En el caso de los oocitos atrésicos, se describen de acuerdo a los cambios morfológicos observados. Se señala entre paréntesis la clave correspondiente al color según MAERZ y PAUL (1950).

1.1. Rango entre 75 y 219 μ: oocitos de color blanco cuando están fijados (lám. 9: 1-A). En fresco son transparentes; de sección generalmente poligonal, a veces rectangular o triangular, menos frecuentemente ovoídea o circular.

1.2. Rango entre 220 y 719 μ: los oocitos crecen y se pigmentan, partiendo de un color crema (lám. 18: 1-B), pasando por un color crema-amarillento (lám. 9: 3-G-H), hasta adquirir un color amarillo-rojizo (lám. 9: 6-F-J). Con el crecimiento se aprecia una marcada tendencia a la esfericidad. No hay evidencias de gota oleosa.

1.3. Rango entre 720 y 819 μ: oocitos de color amarillo (lám. 9: 5-I-J). Se inicia la formación de la gota oleosa, la que se ve, la mayoría de las veces, compuesta o dividida. Los oocitos tienen forma esférica en la mayoría de los casos, pero aún se presentan formas elipsoidales.

1.4. Rango entre 820 y 999 μ: oocitos de color blanco-amarillento (lám. 10: 1-D) y ama-

rillo (lám. 9: 4-I) en gónadas fijadas. No son transparentes en fresco. Gota oleosa única o compuestas de 3 ó 4 gotas.

1.5. Rango entre 1000 y 1580 μ: corresponden a oocitos a punto de ser desovados (Fig. 2-a). Son de color blanco en gónadas fijadas (lám. 10: 1-A) y transparentes en fresco. Gota oleosa de color amarillo fuerte (lám. 9: 6-L). Vitelo homogéneo, espacio perivitelino pequeño, en algunos casos se observan agrupaciones de elementos del vitelo en forma de pequeñas gotas.

1.6. Corresponde a oocitos en un rango de tamaño más o menos semejante al de los oocitos maduros pero que están en una etapa de atresia. Inicialmente, ocurre un cambio de forma en los oocitos en comparación con los maduros (Fig. 2-b). Posteriormente se observan transparentes, con el vitelo agrupado (Fig. 2-c) o disgregado (Fig. 2-d). Las paredes se presentan hundidas, lo que hace perder al oocito su forma esférica. La gota oleosa parece ser una de las últimas estructuras que se reabsorbe.

De la descripción de los oocitos se deduce que a partir de los 220 μ empieza el proceso de vitelogénesis, evidenciado por el opacamiento del oocito y por la adquisición de color amarillo.

2. FRECUENCIA DE DIAMETROS OVULARES

Se determinó la frecuencia de diámetros ovulares en 26 gónadas en estado de madurez sexual 2 y 3 (Cuadro 1) y en 35 en estado de madurez 4 (Cuadro 2). Los recuentos y mediciones demostraron que los oocitos de menos de 220 μ se presentan en un número extremadamente grande, mucho mayor

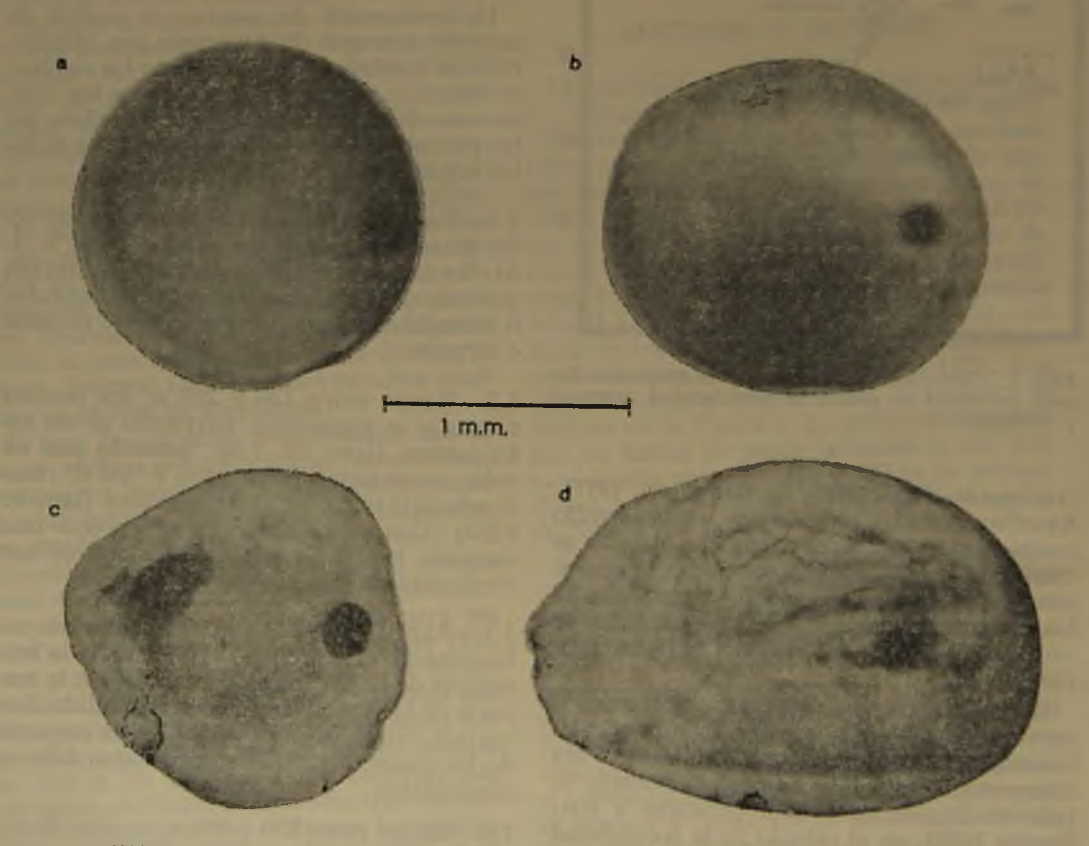


FIG. 2. Oocito maduro (a) y oocitos en proceso progresivo de atresia (b, c y d).

CUADRO 1

RECUENTO DE OOCITOS EN GONADAS DE HEMBRAS EN ESTADO DE MADUREZ SEXUAL 2 Y 3.

Ø OOCITOS	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T
(rango)	144(6) 0.26g 22.0cm	132(6) 2.30g 29.0cm	160(1) 0.62g 25.0cm	282(1) 0.74g 25.0cm	139(6) 1.23g 24.0cm	185(8) 3.21g 30.0cm	201(8) 3.08g 30.0cm	192(8) 1.99g 29.5cm	183(8) 9.97g 34.0cm
75-119	12476	206477	38960	23090	51632	126797	143152	81516	120197
120-219	2746	44262	11710	11908	14356	53714	73383	45741	66841
230-319	17	12160	809	2688	4090	18104	12604	9243	13534
320-419		5958	270	1882	1960	6989	6254	362	7169
420-519				753	340	4925	1271	84	2110
520-619									
620-719									
720-819									

Ø OOCITOS	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T
(rango)	275(1) 1.04g 24.5cm	131(1) 0.84g 22.5cm	12(2) 5.84g 30.0cm	142(6) 0.76g 24.5cm	202(8) 4.64g 33.0cm	189(8) 5.15g 35.5cm	203(8) 9.54g 35.0cm	214(9) 2.85g 31.0cm	231(9) 4.81g 28.5cm
75-119	32282	44462	238027	40666	151690	160593	297190	154298	178432
120-219	28255	16556	123706	15780	115788	124290	189939	100965	98006
220-319	7222	5632	17898	2480	25966	28304	29062	17101	14826
320-419	4859	2134	14443	360	15633	15382	20550	5856	13907
420-519	3162	1622	9302	93	3842	5978	13741	1250	5117
520-619	17	86	1496	30	132	352	730	156	656
620-719				11					
720-819				20					

Ø OOCITOS	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	
(rango)	221(9) 6.39g 32.0cm	218(10) 3.00g 28.3cm	235(1) 1.46g 24.5cm	225(9) 3.72g 28.5cm	210(10) 7.78g 33.0cm	241(2) 4.97g 30.5cm	220(9) 4.59g 32.0cm	190(8) 5.14g 32.0cm	
75 119	244492	58246	21645	112836	151936	45760	127770	358428	
120 219	125682	45431	21250	54353	103808	26330	66240	133728	
220 319	29120	14696	4834	13330	33792	14080	17517	32430	Nº : Número del pez (muestreo)
320 419	14909	4750	3815	6666	10368	5491	9862	16726	
420 519	10134	1703	1246	3379	4992	3942	6477	8022	P : Peso de ambos ovarios
520 619	815	628	593	2347	3840	3098	3238	3754	
620 719	233	269	365	1503	3456	2394	2502	3158	T : Longitud total (cm)
720 819			243	376	2560	1549	2355	2730	

CUADRO 2

RECUENTO DE OOCITOS EN GONADAS DE HEMBRAS EN ESTADO DE MADUREZ SEXUAL 4.

Ø OOCITOS	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T
(rango)	198(8) 6.84g 33.0cm	182(8) 8.07g 33.0cm	227(9) 6.61g 30.0cm	258(1) 20.43g 40.0cm	213(1) 3.77g 25.0cm	67(3) 4.51g 29.0cm	69(3) 6.65g 30.0cm	187(8) 13.96g 36.0cm	184(8) 4.88g 34.0cm	188(8) 8.72g 35.5cm	123(1) 3.40g 26.0cm
75-119	156940	210515	250240	723747	93696	307814	160026	295853	176858	167983	183920
120-219	98312	121005	140605	534371	49152	129485	966721	234931	80639	116746	53656
220-319	20482	25101	29558	42592	13728	15821	11674	28090	19807	19783	9667
320-419	8364	11485	9539	20346	4896	7987	8998	17754	7416	11512	5958
420-519	5376	7696	6006	29251	3936	5683	2797	4864	3192	5594	3070
520-619	3498	2842	2002	22106	1952	2150	1581	2219	1595	2514	1155
620-719	2134	2486	707	8730	1664	2150	1946	1824	750	2432	1034
720-819	1280	1658	471	7674	1184	717	1702	2310	1032	2594	790
820-919	170	118	353	845		154	973	1581	282	408	
920-1019		355		563	352	154	243	730	95	243	334
1020-1119				986			122	122		408	91
1120-1219	170		118	845	96		365	486	95	82	
1220-1319	86			176	256	154	243	122	282	82	61
1320-1419		237	118						187	162	91

Ø OOCITOS	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T
(rango)	361(1) 11.01g 34.0cm	255(1) 2.51g 26.5cm	10(2) 6.03g 30.0cm	8(2) 5.35g 28.5cm	7(2) 7.50g 31.5cm	61(3) 3.44g 26.0cm	70(3) 11.49g 29.5cm	65(3) 7.99g 29.0cm	64(3) 6.35g 28.5cm	62(3) 5.52g 28.0cm	193(8) 7.48g 31.0cm
75-119	76843	52256	77275	58763	132608	85818	196736	215998	71501	124154	140862
120-219	51341	35072	72026	46998	76864	54022	103936	113316	41101	86944	77780
220-319	28426	7776	14470	13254	23808	9568	27392	17358	9363	11795	12993
320-419	18278	4960	8622	9150	18752	5594	17152	11124	8512	7539	7526
420-519	9811	1424	3264	3435	7872	4416	9088	6112	4621	3526	5198
520-619	5208	944	2195	1338	3168	2797	5120	2263	1824	2736	2329
620-719	3091	656	1550	2462	2528	2502	4480	1780	1702	3063	2241
720-819	2486	832	1741	1611	1440	1619	4352	2567	1581	2189	2241
820-919	302	128	163	61	256	177	256	122		243	90
920-1019	168	64	82	274	192		128		243	851	359
1020-1119	101	64	218	152	128		1024				269
1120-1219	34	16		30	32	147	640		365	365	359
1220-1319	302	112	82	91	128	736	1024	733	365	365	
1320-1419	168	32	109	91	64	294	256	367		122	538

Nº : Número del pez (muestreo)

P : Peso de ambos ovarios

T : Longitud total (cm)

Ø OOCITOS	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T	Nº P T
(rango)	186(8) 10.76g 31.0cm	180(8) 11.57g 34.0cm	200(8) 15.84g 34.5cm	215(9) 11.82g 32.5cm	229(9) 14.81g 30.5cm	226(9) 10.45g 33.0cm	240(10) 3.95g 28.5cm	258(10) 11.04g 31.5cm	244(10) 15.35g 35.0cm	251(10) 14.48g 33.5cm	2(2) 14.43g 28.5cm	5(2) 15.42g 32.0cm	66(3) 7.35g 29.0cm
75 119	203798	265216	330886	179674	222285	146141	64851	72512	89600	162214	310746	383616	203392
120 219	144636	96896	191158	120462	112237	92602	29990	72908	70400	63718	128269	273952	95616
220 319	30945	17152	33062	19285	30643	20342	10635	16480	19456	16781	31258	33856	14080
320 419	13087	8832	17843	11679	12160	11107	5621	7910	9216	10214	21507	21208	10112
420 519	5180	8192	13776	7062	7418	7862	2766	4351	7808	4621	15840	8704	6528
520 619	3647	3712	4986	5704	4621	4118	1037	2769	4480	3162	5174	5088	2380
620 719	4158	3712	2362	2037	5594	3801	865	4878	4736	3701	3590	3776	2072
720 819	2931	3200	2230	2037	5350	4618	1124	1846	3840	2554	3555	3808	2304
820 919	1227	640	656	407	1220	998	172	396	1536		669	1280	1152
920 1019	273	512	394	815	122	250		923			176	416	128
1020 1119	136	128	656	136	365	374	87	396	1280	1094	282	224	128
1120 1219	409	256	394	679	365	1123			128	122	282	288	128
1220 1319	409	1280	131	543	730	499	172		640	243	106	224	384
1320 1419	545	128	131	543	608		87	132	512	486	563	192	128
1420 1519							172		128		176	64	128

que el resto de los oocitos de los demás diámetros. Además, los oocitos menores de 220 μ no son característicos de ningún estado de madurez sexual en particular, encontrándose en gónadas en cualquier estado de desarrollo. Estos deberían corresponder al stock de pequeños oocitos que originarán el grupo de oocitos a madurar en la época de desove. Con el fin de analizar el proceso de crecimiento y maduración de los oocitos, se graficó la distribución de frecuencia de diámetros ovulares en 18 ejemplares de longitud comparable (30 a 32 cm). En esta forma se analizaron ejemplares con un número total de oocitos similar, ya que se sabe que el número de oocitos con vitelo varía de acuerdo con el tamaño del pez. Las 8 gónadas más representativas se muestran en la Figura 3, pero todas las gónadas analizadas pueden ser incluidas en algún nivel del ciclo propuesto. Tomando en cuenta los oocitos de diámetro superior a 220 μ se identificaron dos fases de desarrollo ovárico que se señalan a continuación

2.1. Fase de crecimiento

Al analizar gónadas en estados de madurez sexual 2 y 3, con algunas diferencias en el grado de desarrollo, se observa que en una

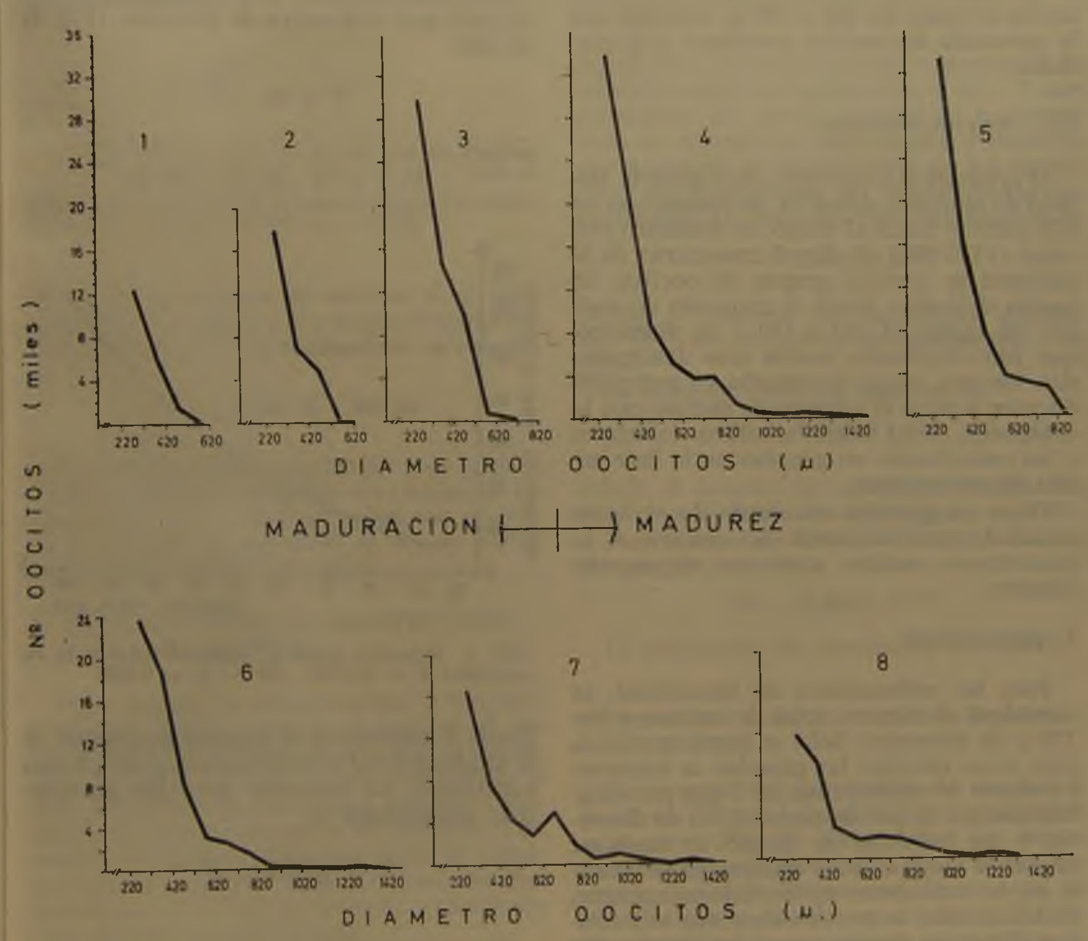


FIG. 3. Distribución de tamaños de oocitos en gónadas provenientes de 8 peces entre 30 y 32 cm de longitud total.

primera etapa sólo se tienen oocitos hasta de un diámetro entre 420 y 519 μ; en el rango de diámetro entre 220 y 319 μ hay de 13.000 a 19.000 oocitos. A medida que ocurre el crecimiento en diámetro de los oocitos, aumentando desde 420 hasta 819 μ, hay un incremento en el número de oocitos del rango de diámetro de 220 a 319 μ, hasta llegar a un nivel máximo de aproximadamente 34.000 oocitos para el caso de los peces analizados. De este modo, en la gónada en maduración ocurriría simultáneamente el paso desde pequeños oocitos del stock general a oocitos que van a ser desovados en la época de reproducción, y la maduración de los oocitos. La presencia del número máximo de oocitos en el rango de 220 a 319 μ, coincide con la presencia de oocitos próximos a la madurez.

2.2. Fase de madurez

Al producirse la madurez de la gónada (estado de madurez sexual 4), se encuentran en ella oocitos hasta el rango de diámetro máximo (1420-1580 μ). En el transcurso de la madurez se derivan grupos de oocitos, en modas definidas, desde el conjunto de oocitos del rango de 220 a 319 μ de diámetro, que van originando modas más desarrolladas. En este rango de tamaño va menguando poco a poco el número de oocitos que lo componen, hasta llegar a valores inferiores a los encontrados en gónadas en la fase inicial de crecimiento.

Tanto en gónadas en estado de madurez sexual 3 como en estado de madurez 4, se encontraron oocitos atrésicos en pequeño número.

3. FECUNDIDAD

Para las estimaciones de fecundidad, se consideró el número total de oocitos sobre 220 μ de diámetro. Sólo se tomó en cuenta para estos cálculos las gónadas de hembras en estado de madurez sexual 3 que presentaban oocitos de por lo menos 619 μ de diámetro y las hembras en estado de madurez sexual 4. Aunque estas últimas generalmente no se consideran en las determinaciones de fecundidad en prevención a que se hubiesen efectuado desoves parciales previos, los recuentos de oocitos correspondientes a estas hembras indicaron que la fecundidad era comparable a la de las hembras en estado de madurez sexual 3 de igual longitud total y peso corporal. Por otra parte, los ejemplares en estado de madurez sexual 4 permitieron ampliar el rango de tamaño de los ejemplares incluidos en los cálculos. La fecundidad estimada se relacionó con la longitud total y con el peso de los peces.

3.1. Relación entre la longitud total y la fecundidad

Los valores observados para el coeficiente de correlación entre la longitud total y la fecundidad indicaron que el mejor ajuste está dado por una curva de potencia (Fig. 4) en que

$$Y = m \cdot X^b$$

o bien

$$\ln Y = b \cdot \ln X + \ln m$$

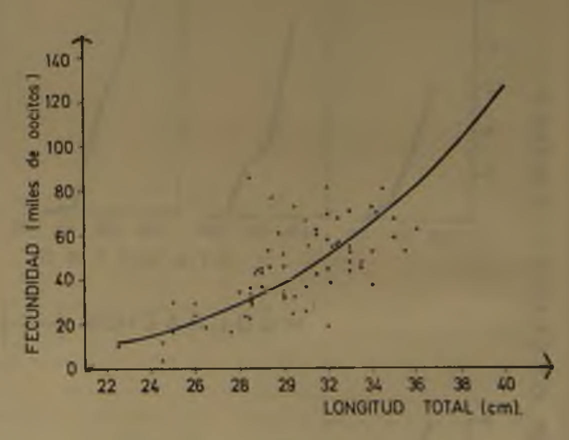


FIG. 4. Relación entre la longitud total y la fecundidad $Y = 0{,}02724 \cdot X^{4{,}1614}$ (r = 0,742).

donde Y representa el número de oocitos, X la longitud total en centímetros y *m* y *b* son constantes. La ecuación para los parámetros comparados es

$$Y = 0{,}02724 \cdot X^{4{,}1614}$$

El coeficiente de correlación *r* es igual a 0,742 significativo con 99% de confianza.

3.2. Relación entre el peso corporal y la fecundidad

Los valores obtenidos para el coeficiente de correlación entre el peso y la fecundidad indican que hay una relación de proporcionalidad directa (Fig. 5) en que

$$Y = b \cdot X + m$$

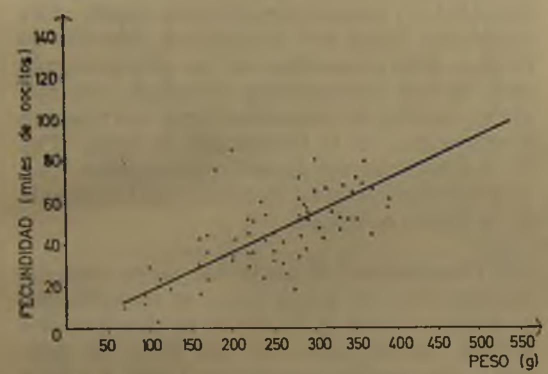


FIG. 5. Relación entre el peso corporal y la fecundidad. Y = 186,14 . $X^{-309,84}$ (r = 0,739).

siendo Y el número de oocitos, X el peso corporal en gramos y *b* y *m* son constantes. La ecuación para los parámetros calculados es

$$Y = 186{,}14\ X - 309{,}84$$

El coeficiente de correlación *r* es igual a 0,739 significativo con 99% de confianza. La desviación media de los puntos con respecto a la línea de regresión es S_{yx} = 14,932 expresada en miles de oocitos.

4. RELACION ENTRE LA LONGITUD TOTAL Y EL PESO CORPORAL

Para conocer la relación entre la longitud total y el peso corporal se analizaron los peces provenientes del décimo mes de muestreo. Se eligió este mes ya que comprende el mayor número de individuos pesados y medidos, en una amplia gama de tamaños y de ambos sexos. Al graficar los datos de longitud total versus peso (Fig. 6) se observa que ambos se relacionan de acuerdo a una ecuación de potencia de la forma

$$W = m \cdot L^b$$

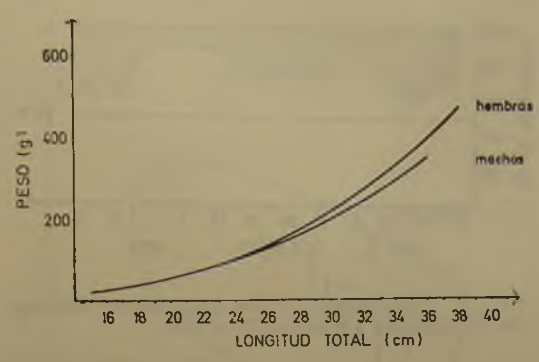


FIG. 6. Relación entre la longitud total y el peso corporal. En hembras, W = 0,00289 . $L^{3,299}$ (r = 0,981); en machos, W = 0,00535 . $L^{3,095}$ (r = 0,954).

donde W es el peso corporal en gramos, L la longitud total en centímetros y *m* y *b* son constantes. Se calculó el valor de las incógnitas de la ecuación para machos y hembras por separado y para el total de los individuos, incluyendo los no diferenciados sexualmente. La ecuación para los machos es

$$W = 0{,}00535\ L^{3{,}095}$$

siendo el número de ejemplares analizados 53 y el coeficiente de correlación *r* = 0,954.

La ecuación para las hembras es

$$W = 0{,}00289\ L^{3{,}299}$$

siendo el número de ejemplares analizados 80 y el coeficiente de correlación *r* = 0,981.

Para el total de 136 individuos analizados la ecuación es

$$W = 0{,}0033\ L^{3{,}246}$$

El coeficiente de correlación *r* es 0,947.

5. RELACION NUMERICA ENTRE MACHOS Y HEMBRAS

Se comparó el porcentaje de machos y hembras del total de ejemplares analizados cada mes (Fig. 7). Para todos los meses muestreados, el porcentaje de hembras fue mayor que el de los machos. De un total de 860 ejemplares sexados en el año, el 75,69% eran hembras, lo que da una proporción de 3,1: 1 en favor de éstas.

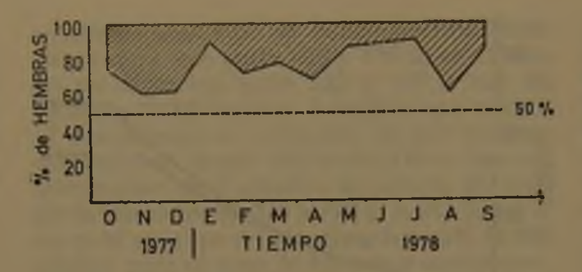


FIG. 7. Distribución de los porcentajes mensuales de hembras y machos (N = 860).

6. RELACION ENTRE LA LONGITUD TOTAL, EL SEXO Y EL ESTADO DE MADUREZ SEXUAL

Para observar la distribución de machos y hembras respecto a la longitud total, se graficó esta última versus el número de individuos, considerando los ejemplares en diferentes estados de madurez sexual más los no diferenciados sexualmente que se analizaron en el año (Fig. 8). En los diferentes muestreos mensuales sólo se encontraron machos inmaduros cuyas longitudes totales

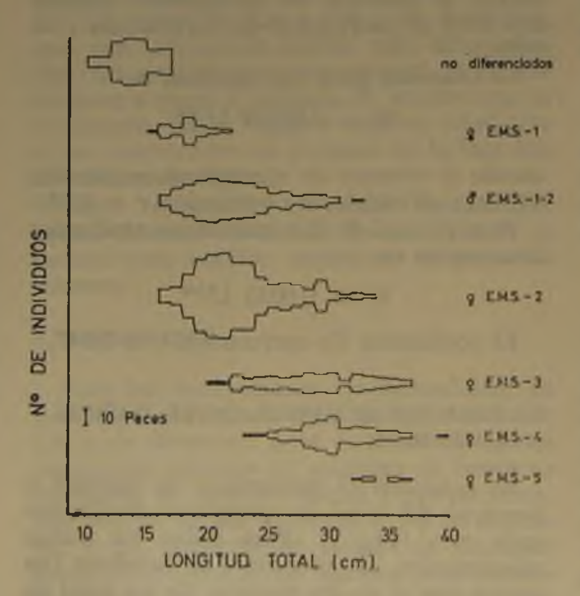


FIG. 8. Relación entre la longitud total y el número de individuos en los diferentes estados de madurez sexual y los no diferenciados sexualmente (N = 955).

estaban comprendidas entre los 16 y 32 cm. Este rango de tamaño corresponde al de las hembras en estado de madurez sexual 2, pero faltan en los machos las longitudes máximas que se observan en hembras en estados de madurez sexual 3, 4 y 5.

Se realizó un análisis factorial de correspondencias con los datos mensuales de longitud total y estados de madurez sexual, considerando todos los ejemplares sexados en el año. Sólo se analizaron los dos primeros ejes, ya que las variables presentan sus mayores valores de contribución y correlación al participar en la formación de éstos (Fig. 9). A continuación, se interpretan estos ejes. La simbología usada se detalla en la leyenda de la figura señalada.

Eje 1 *horizontal.* Al proyectar sobre este eje las variables de mayor peso, se observa que la muestra total es dividida en dos grandes grupos (enmarcados en una línea de puntos): (a) machos inmaduros (EMS 1 y 2) y (b) hembras en maduración (EMS 3) y maduras (EMS 4). Por lo tanto, este eje divide a la muestra total en hembras, con un mayor número de individuos, y en machos, con menos ejemplares. Al recorrer el gráfico de derecha a izquierda se observa que los grupos antes mencionados están relacionados con diferentes clases de tamaños. Los machos están relacionados con longitudes totales pequeñas (T2 y T3). Estas mismas longitudes totales determinan la presencia, en la región media del gráfico, de ejemplares hembras pero sin discriminar entre los estados de madurez sexual. En la región izquierda del gráfico aparecen hembras en maduración y maduras, en estrecha relación con las longitudes totales superiores (T7 y T8). El mes de muestreo (III, IV, VIII) sólo tiene importancia para señalar la abundancia de ejemplares en el tiempo, pero no presenta ninguna evolución significativa.

Eje 2 *vertical.* Este eje separa a las hembras de acuerdo a una gradiente positiva de los diferentes estados de madurez sexual, concomitantes con el aumento en longitud total (grupos enmarcados por una línea continua). En la zona inferior del gráfico (Grupo 1) se encuentran distribuidas las hembras vírgenes (EMS 1), en íntima relación

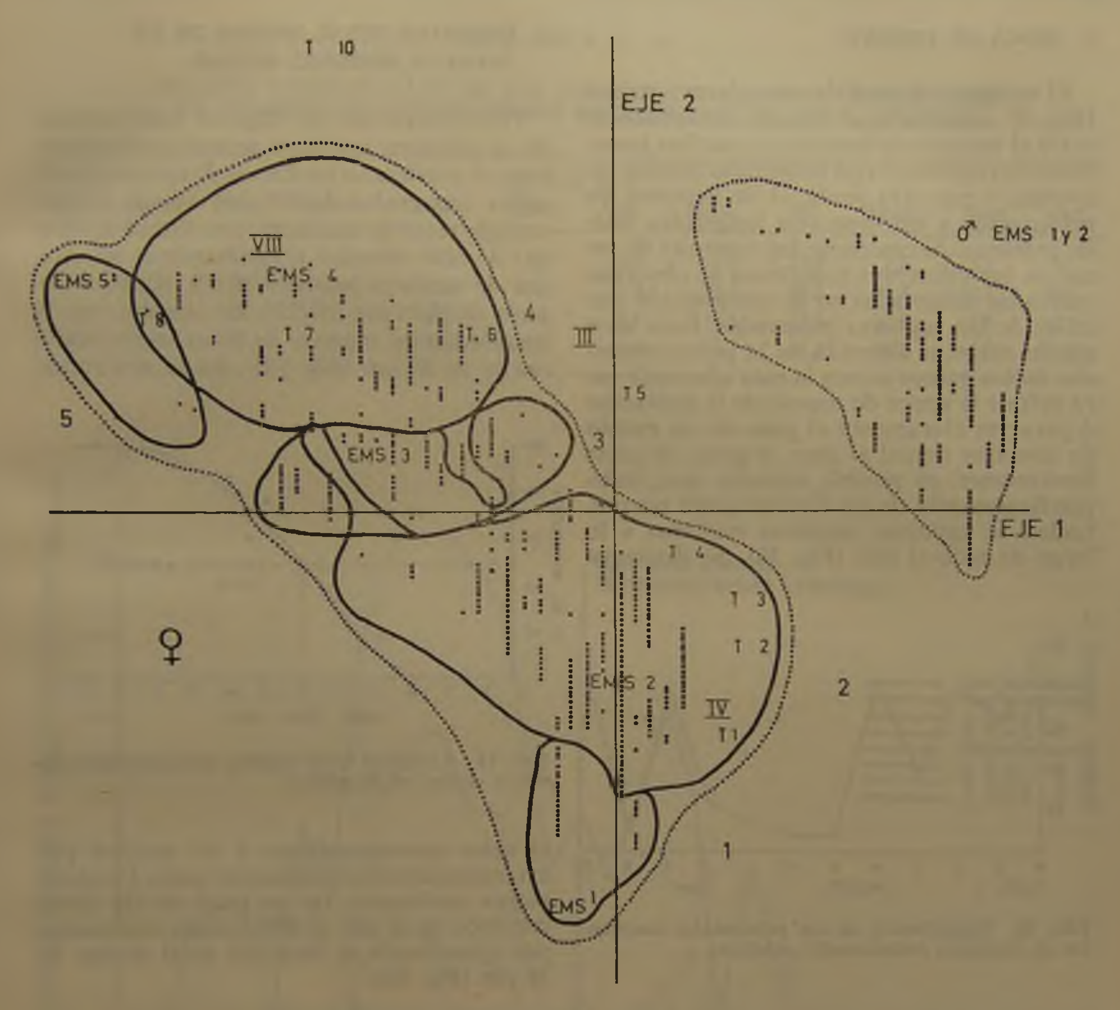


FIG. 9. Análisis factorial de correspondencias para los datos mensuales de longitud total, sexo y madurez sexual de los ejemplares. 1 a 5 grupos; EMS, estado de madurez sexual; II, IV y VIII, meses de muestreo; T, rangos de longitud total (cm); T1 = 15,0-17,4; T2 = 17,5-19,9; T3 = 20,0-22,4; T4 = 22,5-24,9; T5 = 25,0-27,4; T6 = 27,5-29,9; T7 = 30,0-32,4; T8 = 32,5-34,9; T10 = 37,5-40,0 (N = 866).

con el rango correspondiente a la longitud total más pequeña (T1). Hay superposición de hembras inmaduras (EMS 2) ubicadas en este rango de tamaño. El grupo 2, el más numeroso, está compuesto por hembras inmaduras (EMS 2) con rangos de longitudes totales entre 17,5 y 24,9 (T2 a T4), incluyendo dos peces del rango inmediatamente superior (T5). El tercer grupo está constituido por individuos con longitudes totales de 22,5 a 27,4 (T4 y T5). Los peces maduros y desovados (EMS 4 y 5) forman los grupos 4 y 5, que presentan sobreposición de su proyección sobre el eje y están caracterizados por longitudes totales superiores a 25 cm (T5). En los machos, a pesar de no ocurrir una mayor separación respecto del eje 1, también se observa un incremento en la longitud total de los individuos a medida que se asciende por el eje.

7. EPOCA DE DESOVE

El análisis del total de ejemplares sexados (Fig. 8) muestra una notoria concordancia entre el número de hembras y machos inmaduros sexualmente con longitudes totales pequeñas, y por otra parte, el de hembras en maduración y maduras con longitudes totales mayores. Al comparar las capturas de peces en los diferentes muestreos se observan marcadas diferencias en la composición por tallas de las capturas mensuales. Esto hace que la muestra obtenida de la pesca comercial de los barcos no sea la más adecuada para definir la época de desove de la población o para ver claramente el paso de un estado de madurez sexual al otro. A pesar de estas limitaciones, es posible apreciar que, independientemente de las fluctuaciones porcentuales, se capturan hembras maduras a lo largo de todo el año (Fig. 10). Se distingue



FIG. 10. Distribución de los porcentajes mensuales de hembras sexualmente maduras.

un período de máxima actividad reproductiva que se inicia en agosto, para alcanzar su valor más alto en noviembre, en que el 50% de las hembras están sexualmente maduras. Hay una aparente baja en septiembre causada por el reducido número de peces de longitudes totales grandes capturados ese mes. La tendencia general observada desde diciembre a marzo es de un leve descenso en el porcentaje de hembras maduras. El período de mínima actividad reproductiva corresponde a los meses de abril a julio. El valor porcentual mensual del resto de los estados de madurez sexual en las hembras se resume en el Cuadro 3.

8. LONGITUD TOTAL MINIMA DE LA PRIMERA MADUREZ SEXUAL

Para determinar la longitud total mínima de la primera madurez sexual en las hembras se graficaron las clases de frecuencia de tallas (intervalos de 0,9 cm) versus el porcentaje total de madurez, considerando dentro de este término a las hembras en estados de madurez sexual 3, 4 y 5, según el criterio de Poulsen (1952). Se observa que la longitud total mínima de la primera madurez es de 26 cm (Fig. 11). No se determinó

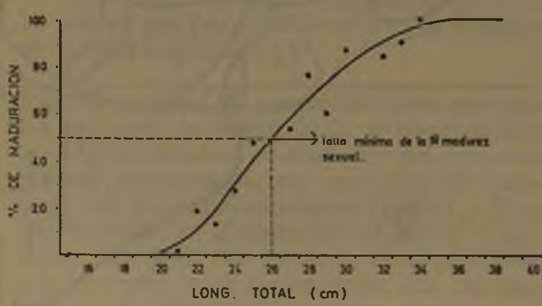


FIG. 11. Longitud total mínima de la primera madurcz sexual en hembras.

el valor correspondiente a los machos por estar inmaduros sexualmente todos los ejemplares analizados. De un total de 955 peces medidos en el año el 69% estaba compuesto por ejemplares de longitud total menor de 26 cm (Fig. 12).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La descripción del crecimiento de los oocitos y la distribución de frecuencia de diámetros ovulares indican claramente que el tamaño mínimo de los oocitos que se desarrollan para ser expulsados en la época de postura es de 220 μ, correspondiente al tamaño del inicio de la acumulación de vitelo. Esta observación concuerda con lo estimado para otras especies de peces: la sardina del Pacífico *Sardinops caerulea* (Clark 1934; Mac Gregor 1957); el atún *Germo alalunga* (Otsu y Uchida 1959); el bonito *Sarda chilensis* (Chirinos 1960); la anchoveta del Golfo de

CUADRO 3

VALORES PORCENTUALES DE LOS ESTADOS DE MADUREZ SEXUAL (EMS) EN HEMBRAS DE **HIPPOGLOSSINA MACROPS** PARA EL TOTAL MENSUAL

	MESES										
EMS	Nov.	Dic.	Enero	Febr.	Mar.	Abr.	Mayo	Jul.	Agost.	Sept.	Oct.
1	0	0	0	3,2	1,4	9.9	3.7	23,3	2,4	3,7	0
2	16,7	50,0	50,0	52,6	41,1	77,8	76,5	40,5	31,0	84,1	37,5
3	33,3	18,2	10,0	25,3	16,4	8,6	13,6	23,3	23,8	7,3	20,8
4	50,0	31,8	40,0	18,9	41,1	3,7	3,7	11,2	38,1	4,9	41,7

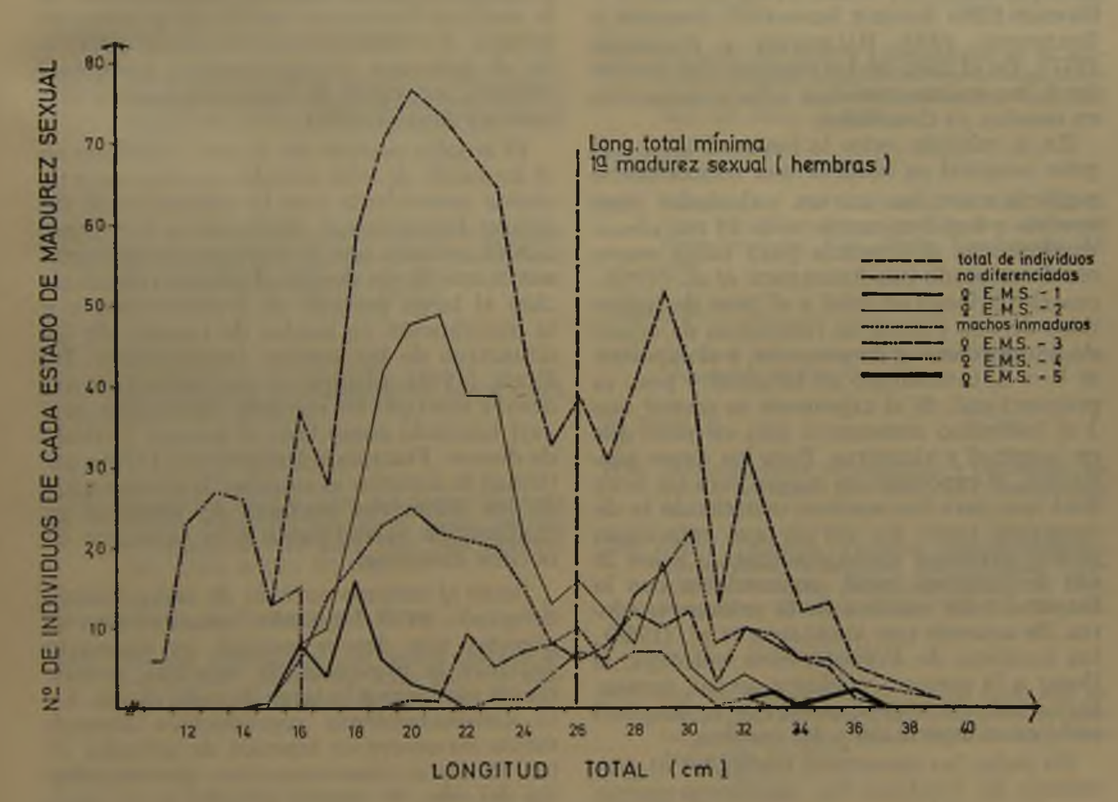


FIG. 12. Relación entre la longitud total y el número de individuos para todos los ejemplares analizados en el año. (N = 955).

Panamá *Cetengraulis mysticetus* (PETERSON 1961); la merluza del Atlántico *Merluccius hubbsi* (CIECHOMSKY 1966, 1967). Una estimación semejante se ha hecho en especies de la costa de Chile: merluza *Merluccius gayi gayi* (FISCHER y BALBONTÍN 1970) y la sardina española *Sardinops sagax musica* (BALBONTÍN y GARRETÓN 1977). A partir de la des-

cripción de los oocitos que entregan los diversos autores se puede concluir que hay gran similitud tanto en el tamaño de los oocitos que deben ser considerados para determinar la fecundidad como en los cambios morfológicos y de coloración que manifiestan al desarrollarse.

La presencia de un escaso número de oocitos de diámetro grande, con gota oleosa y en estado incipiente de atresia en gónadas en maduración o maduras, junto a la presencia de varias modas de tamaño de oocitos en vitelogénesis ha sido considerado por muchos autores como signo de un desove parcial (CLARK 1934; YUEN 1955; SCHAEFER y ORANGE 1956; YUEN y JUNE 1957; FISCHER y BALBONTÍN 1970; BALBONTÍN y GARRETÓN 1977). En el caso de las especies con desove total, los oocitos atrésicos sólo se presentan en ovarios ya desovados.

En la relación entre la longitud total y el peso corporal se observa una concordancia perfecta entre las curvas calculadas para machos y hembras menores de 25 cm, observándose una divergencia para tallas mayores. De acuerdo con ANGELESCU *et al.* (1958), cuando la longitud total y el peso de individuos de una especie se relacionan de acuerdo a una ecuación de potencia, y el exponente $b = 3$, el aumento en longitud y peso es proporcional. Si el exponente es mayor que 3 el individuo aumentará más en peso que en longitud y viceversa. Para los datos analizados, el exponente es mayor para las hembras que para los machos, ocurriendo la divergencia entre las curvas que relacionan ambas variables aproximadamente a los 26 cm de longitud total, concordante con la longitud total mínima de la primera madurez. De acuerdo con ANGELESCU *et al.* (1958), las hembras de *Hippoglossina macrops*, al llegar a la primera madurez sexual, aumentarían más en peso corporal que en longitud total en comparación a los machos.

En todos los muestreos realizados el porcentaje de hembras fue significativamente mayor que el de los machos. Más aún, todos los machos capturados estaban sexualmente inmaduros. En esta misma especie, MIRANDA (1959) encontró un 81,6% de hembras de un total de 414 individuos analizados. En el lenguado *Hippoglossoides platessoides* del Mar de Escocia también se presenta una desproporción en la relación numérica entre machos y hembras en favor de estas últimas. Es muy improbable que se produzcan números desiguales de los dos sexos en el desove, de modo que la causa se puede atribuir a la existencia de diferencias en el habitat de machos y hembras (BAGENAL 1957). Esta evidente desproporción numérica entre los dos sexos en el lenguado de ojos grandes, podría ser el resultado de una segregación espacial entre machos en maduración y sexualmente maduros y las hembras. Es probable que estos machos se distribuyan en áreas diferentes a las frecuentadas por los barcos pesqueros frente a Valparaíso. Fenómenos de segregación espacial también se presentan en la merluza *Merluccius hubbsi* de la costa argentina (CHRISTIANSEN y COUSSEAU 1971) y en el peje-rata *Coryphaenoides carapinus* frente a las costas de Nueva Inglaterra (RICHARD y POLONI 1976).

El amplio período de desove detectado en el lenguado de ojos grandes es otra característica coincidente con la existencia de un desove heterocronal. HICKLING y RUTENBER (1936) señalan que la merluza europea presenta más de un desove al año en consideración al largo período de reproducción y a la distribución en modas de tamaño de los diámetros de los oocitos intraováricos. DE BUEN (1958) plantea la posibilidad de un desove múltiple en merluza *Merluccius gayi gayi* tomando como base el extenso período de desove. FISCHER y BALBONTÍN (1970) confirman lo anterior al estudiar la distribución de los diámetros ovulares de hembras en maduración sexual junto a la presencia de oocitos atrésicos.

Junto al extenso período de reproducción detectado en el lenguado, característico de especies con desove parcial, es necesario destacar la presencia de hembras sexualmente maduras a lo largo de todo el año. Este comportamiento reproductivo normalmente no ocurre en especies de latitudes altas, en que se observa un claro período, dentro del año, de reposo gonadal en el stock desovante (BLAXTER 1969). El caso del lenguado de ojos grandes se aplica a otras dos especies de peces presentes frente a la costa de Chile central (BALBONTÍN y GARRETÓN 1977; BALBONTÍN *et al.* 1978). Es probable que las condiciones ambientales en esta área también sean favorables para que la misma situación se presente en otros peces sobre

los cuales no existe la información pertinente.

Al relacionar la longitud total mínima de la primera madurez sexual en hembras con la captura total de peces de la pesca comercial del barco utilizado en el muestreo, se observa que el 69% corresponde a peces que no sobrepasan esa longitud. Los machos en maduración y sexualmente maduros no serían capturados por los barcos de arrastre dedicados a la pesca de merluza y camarón frente a Valparaíso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Angelescu, J., F. Gneri y A. Nani

1958 La merluza del Mar Argentino (Biología y Taxonomía). Secretaría Marina, Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, H. *1004:* 1-224.

Bagenal, T.

1957 The breeding and fecundity of the long rough dab *Hippoglossoides platessoides* (Fabr.) and the associated cycle in condition. J. mar. biol. Ass. U. K. *36* (2): 339-375.

Bahamonde, N.

1954 Alimentación de los lenguados. Invest. zool. chil. 2 (5): 72-74.

Balbontín, F. y M. Garretón

1977 Desove y primeras fases del desarrollo de la sardina española, *Sardinops sagax musica,* en Valparaíso. Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile *16* (2): 171-181.

Balbontín, F., X. Espinoza y P. Pang

1978 Gonadal maduration and serum calcium levels in two teleotst the hake and the killifish. Comp. Biochem. Physiol. (A) *61:* 617-621.

Blaxter, J. H.

1969 Development: eggs and larvae. *En* Fish. Physiol., Hoar. W. & D. Randall (Eds.) Academic Press, New York & London, *3:* 178-253.

Briane, J., J. Lazare, G. Roux y C. Sastre

1974 L'analyse factorielle des correspondances de l'arbre de longeur minimum, examples d'application. Adansoniana, Ser. 2, *14* (1): 111-137.

Chirinos de Vildoso, A.

1960 Estudios sobre la reproducción del bonito *Sarda chilensis* (C. & V.) en las aguas adyacentes a la costa peruana. Ser. Divulg. Cient. Dir. Pesq., Lima *14:* 1-75.

Christiansen, H. y M. Cosseau

1971 La reproducción de la merluza del mar argentino (Merluciidae, *Merluccius merluccius hubbsi*). Bol. Inst. Biol. Mar., Mar del Plata *20:* 1-74.

Ciechomski, J.

1966 Datos preliminares sobre la fecundidad de la merluza *Merluccius merluccius hubbsi* del sector bonaerense. Bol. Inf. CARPAS *3:* 1-5.

1967 Carácter del desove y fecundidad de la merluza argentina (*Merluccius merluccius hubbsi*) del sector bonaerense. Bol. Ins. Biol. Mar Mar del Plata *13:* 1-30.

Clark, F.

1934 Maturity of the California sardine (*Sardinops caerulea*) determined by ova diameter measurements. Fish. Bull., Sacramento *42:* 1-49.

Daniel, W.

1978 Applied non parametric statistics. Boston, Houghton Mifflin Co., 503 pp.

De Buen, F.

1958 Investigaciones sistemáticas y biológicas sobre la merluza. Bol. Soc. Biol. Concepción *33:* 107-120.

1961 Peces chilenos. Familias Alepocephalidae, Muraenidae, Sciaenidae, Scorpaenidae, Liparidae y Bothidae. Montemar, cont. Rev. Biol. Mar., Dep. Oceanol. Univ. Chile *11* (1): 1-52.

Fischer, W. y F. Balbontín

1970 On the investigation of ovarial cycle and fecundity of fish with special reference to partial spawners. Ber. Dstch. Wiss. Komm. Meeresforsch. *21:* 55-77.

Fowler, H.

1943 Fishes of Chile. Systematic Catalog. Rev. chil. hist. nat. Part. III, 15-111.

Ginsburg, I.

1952 Flounders of the genus *Paralichthys* and related genera in American waters. Fish. Bull., U.S. *71* (52): 267-351.

HICKLING, C. y E. RUTENBERG

1936 The ovary as an indicator of the spawning period in fishes. J. Mar. Biol. Ass. U. K. *21* (1): 311-317.

MACGREGOR, J.

1957 Fecundity of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). Fish. Bull., U. S. *57* (2): 427-449.

MAERZ, A. y R. PAUL

1950 A Dictionary of color. 2a, ed. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York, 208 pp.

MIRANDA, O.

1959 Contribución al estudio de *Hippoglossina macrops*, Steindachner, 1876. (Lenguado de ojos grandes). Memoria de Prueba, Univ. Chile, Fac. Fil. y Educ. Santiago, 47 pp.

OTSU, T. y R. UCHIDA

1959 Sexual maturity and spawning of albacore in the Pacific Ocean. Fish. Bull., U. S. *59* (148): 287-305.

PETERSON, C.

1961 Fecundity of the anchoveta (*Cetengraulis mystecetus*) in the Gulf of Panamá. Bull. Inter-Amer. trop. Tuna Comm. *6* (2): 55-68.

POULSEN, E.

1952 Peces alimenticios de Chile. Informe FAO/ ETAP *45:* 1-78.

RICHARD, H. y P. POLONI

1976 A contribution to the life history of small rattail fish, *Coryphaenoides carapinus*. Bull. South Calif. Acad. Sci. 75 (2): 203-211.

SCHAEFER, M. y C. ORANGE

1956 Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in three areas of the eastern Pacific Ocean, by examination of gonads. Bull. Inter-Amer. trop. Tuna Comm. *1* (6): 283-320.

SEREY, I.

1976 Análisis de correspondencias de la vegetación del Parque Nacional Vicente Pérez Rosales. An. Mus. Hist. Nat. *9:* 29-34.

SIMPSON, A.

1951 The fecundity of the plaice. Fishery Invest. Lond. Ser. 2, *17* (5): 1-27.

TOMICIC, J.

1973 Alimentación de *Hippoglossina macrops* Steindachner en Mejillones (Pisces, Bothidae). Not. Mus. Nac. Hist. Nat., Santiago 17 (205): 3-7.

YÁÑEZ, P.

1955 Peces útiles de la costa chilena. Rev. Biol. Mar. Dep. Oceanol. Univ. Chile *6* (1-3): 29-81.

YUEN, H.

1955 Maturity and fecundity of bigeye tuna in the Pacific. Fish. Bull., U. S., Spec. Sci. Rept. *150:* 1-30.

YUEN, H. y F. JUNE

1957 Yellowfin tuna spawning in the central equatorial Pacific. Fish. Bull., U. S. *57* (112): 251-264.